

недавнего времени в нашей стране вопросам развития использования возобновляемых источников энергии уделялось мало внимания. Однако ситуация меняется, так как правительство намерено бороться за лучшую экологию и повышение качества жизни людей, развитие технологий. У населения нашей страны отсутствует стремление к энергоэффективности. Однако существуют инструменты, действие которых способно повлиять на общество. Например, можно перенять опыт завода «Ровер» в Великобритании, на котором работников стимулируют премиями, проводят конкурсы на лучшие предложения по энергоэффективности, что развивает дух соревновательности, который дает результаты и снижает издержки на использование электроэнергии в производстве.

Список литературы

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/194365/> (дата обращения: 24.10.2014).
2. Энергоэффективность и развитие энергетики: государственная программа Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.minenergo.gov.ru/upload/iblock/4d8/4d87a15706a97a0684f05bf306c5b5f4.pdf> (дата обращения: 24.10.2014).
3. Башмаков И. Российский ресурс энергоэффективности: масштабы, затраты и выгоды // Вопросы экономики. 2009. № 2. С. 71–89.
4. Бернер М. С., Лоскутов А. В. Зарубежный опыт мотивации энергосбережения // Энергосбережение. 2008. № 3. С. 44–48.
5. Энергоемкость валового внутреннего продукта. Единая энергетическая система Евразийского экономического сообщества [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eeseaec.org/contact-us/pokazateli-energeti> (дата обращения: 24.10.2014).

УДК 62-71

Хасанова Р. В., Демин Ю. К., Картавец С. В.
Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова
rezed@list.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ АЗОТНОГО КОМПРЕССОРА

Современное кислородное производство является энергоемким и широко использует для технологических и хозяйственных потребностей электрическую и тепловую энергию. Удельный вес энергетических затрат в себестоимости криогенных продуктов составляет 50–90 % [1]. В черной металлургии широко применяются продукты разделения воздуха, например, кислород – для выплавки стали в кислородных конвертерах и производства чугуна, азот – при плазменно-дуговой резке, наплавке и сварке металлов [2].

Стоит отметить, что затраты энергии на сжатие воздуха и продуктов его разделения в воздухоразделительных установках (ВРУ) составляют до 90 % всех энергозатрат установки.

Как правило, в составе ВРУ находятся мощные центробежные компрессоры. Давления, создаваемые компрессорами, которые работают в технологических схемах производств, достигают больших значений. Однако получение высокого давления в одной ступени компрессора затруднительно. Причиной этого является чрезмерное повышение температуры в конце сжатия, обусловленное невозможностью создания конструкции компрессора с достаточно интенсивным отводом теплоты от сжимаемого газа. Поэтому для более интенсивного охлаждения газа в процессе сжатия применяют промежуточные охладители [3]. В таком случае из-за недоохлаждения сжимаемого газа до заданной температуры идет перерасход энергии на привод компрессора.

В работе [4] было предложено для уменьшения недоохлаждения сжимаемого газа между ступенями – в дополнение к выносному промежуточному охлаждению – осуществить впрыск жидкого кислорода или азота в поток охлаждаемого газа на входе в ступень сжатия.

Для оценки эффективности работы реального компрессора к расчету были приняты следующие характеристики азотного турбокомпрессора АЭРОКОМ АА-259/31А (см. таблицу).

Основные технические данные и характеристики компрессора

Наименование технической характеристики	Единица измерения	Значение
Давление начальное, избыточное	МПа	0,0033
Объемная производительность по условиям всасывания	м ³ /ч	15540
Давление конечное, избыточное	МПа	3,0
Температура газа начальная, не более	°С	30
Температура газа конечная, не более	°С	45
Расход химический очищенной воды, не менее	м ³ /ч	234
Мощность приводного электродвигателя	кВт	3150
Температура химически очищенной воды на входе, не более	°С	37
Мощность, потребляемая компрессором	кВт	2487
Количество ступеней сжатия	–	6
Количество выносных газоохладителей	–	4

Таким образом, принимается, что азот поступает в первую ступень компрессора, сжимается, затем входит в промежуточный газоохладитель. Перед второй ступенью компрессора производится впрыск жидкого азота в поток сжимаемого газа. Аналогично происходит для следующих трех ступеней. В результате предложенного мероприятия жидкий азот воспримет теплоту сжатого азота, испарится и нагреется от температуры насыщения до температуры газообразного азота на выходе из промежуточного газоохладителя, а сжатый азот охладится до требуемой температуры.

Для оценки энергосберегающего эффекта от впрыска жидкого азота были проведены расчеты по определению выигрыша в работе по сжатию вследствие уменьшения значения недоохлаждения. Сжатие в компрессоре было принято адиабатным.

На рис. 1 показано количество жидкого азота, требуемого для ликвидации недоохлаждения, при этом в среднем необходимо 0,203 кг/с жидкого азота.

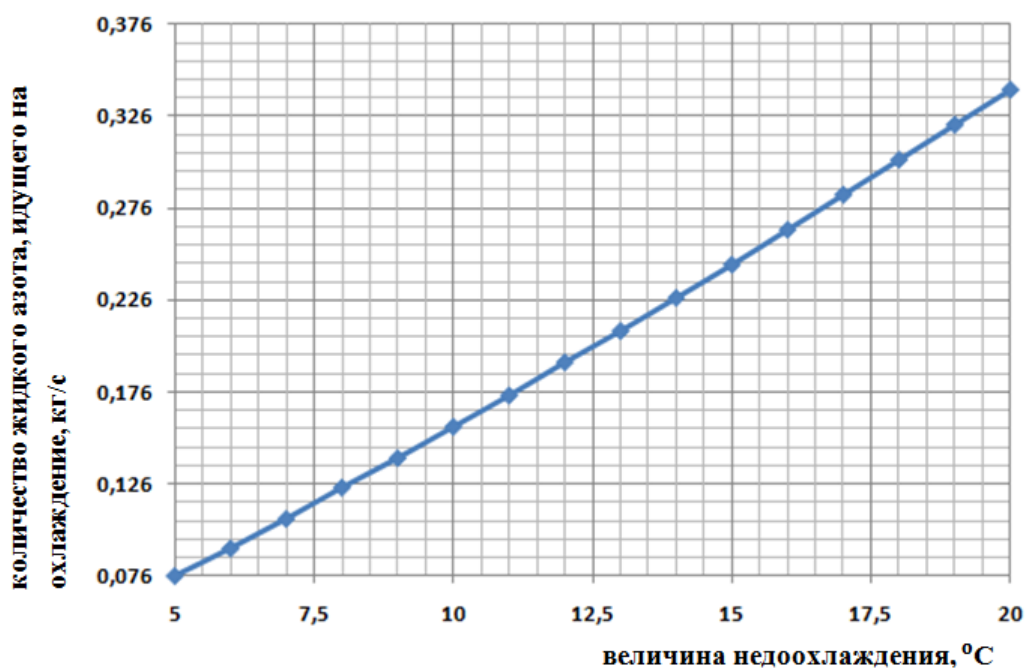


Рис. 1. Зависимость необходимого количества жидкого азота для впрыска от величины недоохлаждения

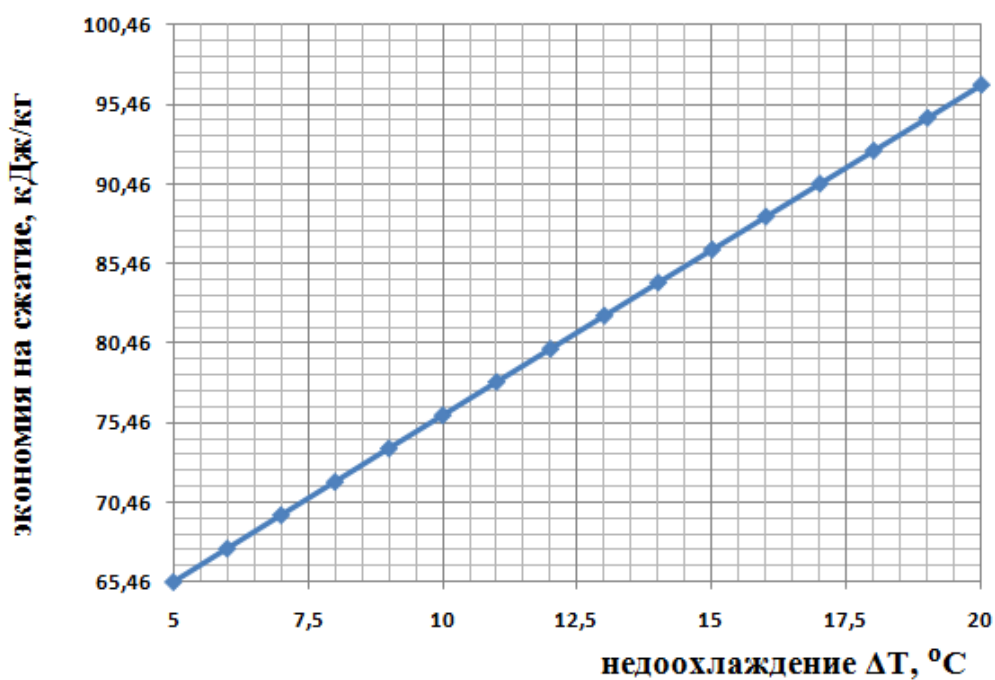


Рис. 2. Зависимость удельной экономии энергии на сжатие при впрыске жидкого азота, кДж/кг сжатого азота

Из рис. 2 можно сделать вывод, что при впрыске жидкого азота с ростом величины недоохлаждения увеличивается удельная экономия энергии на сжатие, т. е. чем больше величина недоохлаждения, тем больший энергосберегающий эффект дает впрыск жидкого азота. Для рассмотренного компрессора эффект может составить более 95 кДж/кг сжатого азота.

Список литературы

1. Оконский И. С., Осокин А. А., Федюков Ю. С. Процессы и аппараты кислородного и криогенного производства М. : Машиностроение, 1985. 256 с.
2. Глизманенко Д. Л. Получение кислорода / 5-е изд., перераб. и доп. М. : Химия, 1972. 752 с.
3. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. М. : Энергия, 1984. 416 с.
4. Метод теплового контроля для энергосберегающих технологий в металлургической промышленности / Хасанова Р.В. [и др.] // Энергосберегающие технологии в металлургической промышленности : материалы всероссийской молодежной конференции. М. : МИСИС, 2014. С. 184 –187.

УДК 621.3

Хасанова Р. О., Шарифуллина А. Р., Матвеев С. В., Картавец С. В.
Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова
matveev_s_@inbox.ru

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ СНИЖЕНИЯ РАСХОДОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В настоящее время порядка 500 млн. т стали выплавляется в дуговых сталеплавильных печах (ДСП) [1]. Для расплавления 1 т стали теоретически необходимо 1400 МДж тепловой энергии или 389 кВт·ч электрической, но в реальности потребляется около 750 кВт·ч/т [2].

С технологической точки зрения получаемая сталь из металлолома различных марок имеет низкое качество. Для выравнивания качества технологи-металлурги предложили вводить в ДСП некоторое количество жидкого чугуна с добавлением кислорода (рис. 1).

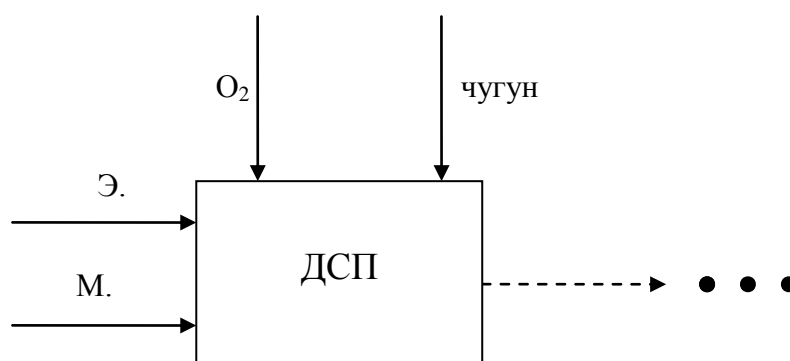


Рис. 1. Принципиальная схема входящих материальных (М.) и энергетических (Э.) потоков ДСП

Такое технологическое мероприятие позволило сократить потребление электроэнергии из внешних сетей. Электроэнергия, поступающая от ТЭС, ГРЭС, КЭС и т. п., транспортируется до ДСП со значительными потерями в электросетях (до 9 %), что приводит к ее удорожанию. Итак, введение в ДСП